

відповідають інтенсивність спрацювання впадін $\bar{\gamma}_{ВП} = 0,0139$ мм/га, зубців $\bar{\gamma}_{ЗУБ} = 0,008$ мм/га, висота зубців за напрацюванням 240 га – $\bar{\xi} = 1,39$ мм, ресурс копача $\bar{T} = 1441$ га, при нормативному напрацюванні КС-6Б 960 га. Підтверджена адекватність математичних моделей процесів спрацювання та формоутворення зубчастої поверхні розроблених дисків.

4. За результатами проведених досліджень розроблений робочий орган коренезбиральної машини впроваджено у серійне виробництво ВАТ "Тернопільський комбайновий завод". Економічний ефект від впровадження розроблених дисків викопуючого пристрою складає 12557 грн на одну коренезбиральну машину.

Список літератури: 1. Ткачѳв В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1964. – 176 с. 2. Пулька И.В. Наплавка рабочих узлов почвообрабатывающей и уборочной сельскохозяйственной техники // Автоматическая сварка. – 2003. – №8. – С. 36 – 41. 3. Рябцев И.А. Классификация и характеристика способов наплавки // Сварщик. – 1998. – №3. – С. 23 – 25. 4. Козаченко О.В., Блезнюк О.В. Новый метод зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин // Праці І Міжнародної науково-практичної конференції ТДТУ. Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин. – Тернопіль: ТДТУ, 2004. – С. 632 – 636. 5. Бойко А.И., Балабуха А.В. Упрочнение лезвий как метод управления их геометрической формой при изнашивании // Підвищення надійності відновлюємих деталей машин: Зб. наук. пр. ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2000. – Вип. 4. – С. 49 – 56. 6. Дисківий копач коренезбиральної машини: Д.п. 56556А Україна, МКВ А01Д25/04/ Мартиненко В.Я., Козаченко О.В., Сичов І.П., Блезнюк О.В., Вовк Я.Ю., Павлов Я.А., Безпальок А.П. (Україна). – 2002076009; Заявл. 19.07.2002; Опубл. 15.05.2003, Бюл.№5. – 2 с. 7. Сычѳв И.П. Повышение долговечности режущих рабочих органов свеклоуборочных машин путѳм оптимизации параметров наплавленного слоя // Тракторы и сельхозмашины. – 1985. - №11. – С. 48 – 51.

Поступила в редколлегию 11.12.08

УДК 621.9.048

*В.Б. ТАРЕЛЬНИК, Е.В. КОНОПЛЯНЧЕНКО, В.С. МАРЦИНКОВСКИЙ,
И.А. ОЛЕЙНИК*

НОВЫЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ СОПРЯГАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ В НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Пропонується новий спосіб обробки поверхонь сталевих і чавунних деталей, що сполучаються, який підвищує надійність, довговічність і герметичність нерухливих з'єднань. Спосіб здійснюється методом електроерозійного легування.

Способ относится к области электрофизической и электрохимической обработки, в частности, к электроэрозионному легированию, и может быть

использован для обработки сопряженных поверхностей при сборке деталей для их неподвижного соединения.

Неподвижные соединения (сопряженных) деталей характеризуются невозможностью их взаимного перемещения. Неподвижность соединения обеспечивается натягом. Прочность соединения определяется посадкой и качеством точности. Неподвижные соединения могут быть выполнены по прессовым посадкам (гарантированный натяг) или переходных посадках (натяг или зазор). Сборка неподвижных поверхностей может осуществляться запрессовкой вала в отверстие, нагреванием детали, которая имеет отверстие и охватывает или охлаждением вала [1].

При сборке неподвижных деталей, кроме обеспечения прочности соединения, часто стоит задача обеспечения и его герметичности, например, в посадочных местах металлических колец импульсных торцевых уплотнений. Указанные способы такой герметичности не гарантируют.

При сборке неподвижных соединений сопряженные поверхности деталей подвергаются пластическому деформированию, поэтому желательно, чтобы твердые металлические детали имели более мягкий поверхностный слой.

Известен способ электроэрозионного легирования, при помощи которого можно изменить твердость металлической поверхности: **повысить** твердость нанесением на поверхность материала более высокой твердости или диффузионным введением в поверхностный слой необходимых химических элементов из окружающей среды или из материала анода; **понижить** твердость, нанося на поверхность более мягкие материалы; **повысить** при обработке незакаленного, но закаливающегося материала, применяя импульсы с большей энергией или более длительные, разогревающие металл несколько глубже суммарной толщины нанесенного и диффузионного слоев [2].

Известен способ электроэрозионного легирования карбидными и боридными соединениями тугоплавких металлов, которые в большинстве случаев получают металлокерамическим методом. Иногда эти металлы имеют некоторое количество металлического связующего. Они образуют хороший слой покрытия и вследствие их небольшой химической активности наименее чувствительны к составу окружающей среды и материалу основания. Такие покрытия придают поверхности высокую износостойкость и твердость. Однако их сравнительно высокий коэффициент трения (0,3-0,7) не позволяет применять эти покрытия для деталей трения [2].

Ближайшим к изобретению есть способ обработки сопряженных поверхностей деталей методом электроэрозионного легирования с использованием катода и анода предварительно термообработанных поверхностей с формированием поверхностного слоя, который отличается тем, что используют стальной катод, поверхность которого обрабатывают графитовым электродом с помощью импульсных разрядов при энергии 0,4-4,0 Дж с образованием поверхностного «белого» слоя, микротвердость которого выше микротвердости основной стали, и подслоя – зоны отпуска,

который расположен под «белым» слоем и имеет микротвердость, ниже чем микротвердость основной стали, причем после электроэрозионного легирования удаляют «белый» слой [3].

При применении данного способа для обработки сопряженных поверхностей деталей не достигается достаточной прочности, надежности и долговечности неподвижных соединений.

В основу изобретения поставлено задачу создания способа обработки сопряженных поверхностей деталей, который бы повысил прочность, надежность и долговечность неподвижных соединений с сохранением требуемой герметичности.

Поставленную задачу решают следующим образом. На сопрягаемую поверхность стальных и чугуновых деталей (независимо от их термообработки) методом электроэрозионного легирования наносят покрытие из никеля. При этом используют импульсные разряды при энергии 0,01 – 0,63 Дж с образованием поверхностного слоя, микротвердость которого меньше микротвердости основы детали.

После этого на поверхностный слой из никеля этим же методом и на этих же режимах наносят кольцевые участки покрытия электродами из твердых сплавов группы ВК или ТК с интервалом и шириной 4-6 мм (рис. 1).

Нижняя граница энергии разряда ограничивается эффективностью способа. Увеличение энергии разряда выше верхней границы при нанесении никеля и твердого сплава группы ВК или ТК ведет к резкому повышению шероховатости легируемой поверхности.

В сформированном таким образом поверхностном слое прочность, надежность и долговечность неподвижного соединения обеспечивается покрытием, состоящим из поверхностей кольцеобразных участков, сформированных последовательным нанесением никеля и твердого сплава ВК или ТК (участки 1, рис. 1). В данном случае образуются покрытия с твердым, износостойким и имеющим высокий коэффициент трения поверхностным слоем под которым находится слой, микротвердость которого ниже микротвердости основы. При сборке твердый поверхностный слой вминается в мягкий нижележащий слой, однако герметичность соединения при этом не обеспечивается.

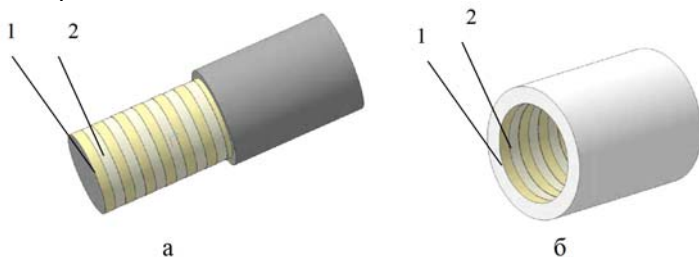


Рис. 1. Поверхности вала (а) и втулки (б) с кольцевыми участками электроэрозионных покрытий: 1 - твердым сплавом группы ВК или ТК; 2 – никелем.

Герметичность неподвижного соединения обеспечивает покрытие, состоящее из поверхностей кольцеобразных участков никеля, микротвердость которого ниже микротвердости основы (участки 2, рис. 1).

Ниже приведен пример выполнения способа обработки сопряженных поверхностей для деталей из высокопрочного чугуна ВЧ 60.

ЭЭЛ образцов высокопрочного чугуна ВЧ60 (10x10x8 мм) осуществлялось в воздушной среде на установке с ручным вибратором модели «Элитрон 22А». При этом легирование проводилось в течение 1,5 мин с использованием 6-го режима (напряжение холостого хода $U_{х.х.} = 77$ В; ток короткого замыкания $I_{к.з.} = 2,4-2,8$ А; емкость накопительного конденсатора $C = 300$ мкФ).

В качестве электродных материалов использовались: никель (Ni) и твердый сплав ВК8. Кроме этого наносились комбинированные электроэрозионные покрытия состава: никель + ВК8.

Для исследования структуры и измерения микротвердости поверхностного слоя использовали шлифы образцов после ЭЭЛ. Поверхность шлифа была ориентирована перпендикулярно к поверхности электроэрозионного упрочнения. Перед изготовлением шлифа для исключения краевого эффекта при легировании торец образца фрезеровали на глубину не менее 2 мм. Для предупреждения скалывания слоя, завалов края образец крепили с контртелом в струбцине. Затем шлиф подвергался химическому травлению для выявления структуры в реактиве в соответствии с материалом основы.

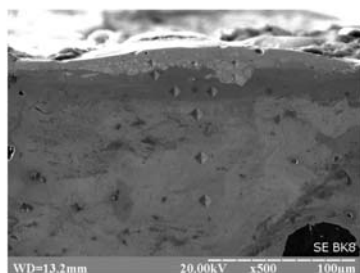
После изготовления шлифы исследовали на оптическом микроскопе "Неофот-2" и растровом электронном микроскопе-анализаторе "РЭМ – 106 И" Сумского ПО "Электрон», где проводилась оценка качества слоя, его сплошности, толщины и строения зон подслоя - диффузионной зоны и зоны термического влияния. Одновременно проводился дюрометрический анализ на распределение микротвердости в поверхностном слое и по глубине шлифа от поверхности. Замер микротвердости проводили на микротвердомере ПМТ-3 вдавливанием алмазной пирамиды под нагрузкой 0,5 Н.

В результате металлографических исследований установлено, что сформированные покрытия состоят, как правило, из двух слоев (рис. 2-4). Вверху расположен «белый» слой (слой, который не поддается травлению обычными реактивами). Ниже располагается переходной слой, более темного цвета. Иногда присутствует третий слой – зона термического влияния.

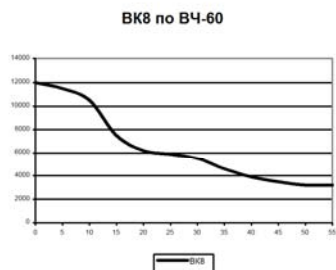
При электроэрозионном легировании ВЧ 60 никелем формируется поверхностный слой толщиной до 70 мкм, микротвердость которого составляет 2200-2760 МПа. Ниже располагается переходной слой, который является результатом совместного действия процессов диффузии и термического влияния. Микротвердость этого слоя составляет 4290 – 5260 МПа (рис. 2, табл. 1).

При электроэрозионном легировании ВЧ 60 твердым сплавом ВК8 формируется поверхностный слой толщиной до 30 мкм, микротвердость

которого составляет 5790 - 10300 МПа. Ниже располагается переходной слой с микротвердостью 4900 МПа (рис. 4, табл. 1).

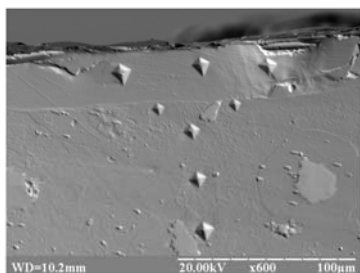


(a)

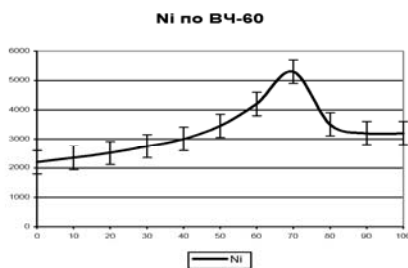


(б)

Рис. 2. Микроструктура (а) и распределение микротвердости по глубине слоя (б) при ЭЭЛ ВЧ60 никелем.

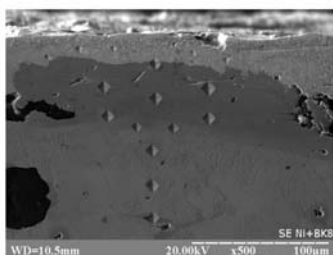


(a)

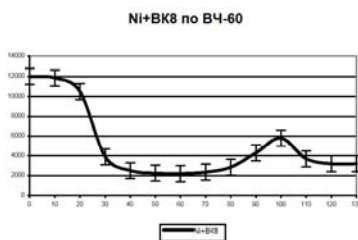


(б)

Рис. 3. Микроструктура (а) и распределение микротвердости по глубине слоя (б) при ЭЭЛ ВЧ60 твердым сплавом BK8.



(a)



(б)

Рис. 4. Микроструктура (а) и распределение микротвердости по глубине слоя (б) при ЭЭЛ ВЧ60 никелем и твердым сплавом BK8.

При последовательном нанесении слоев из никеля и твердого сплава BK8 микротвердость в поверхностном слое, глубиной до 20 мкм, составляет 11830 МПа. Ниже расположен переходной слой, толщиной 65-85 мкм с

микротвердостью 2200 МПа, в нижней части которого, в результате термического влияния микротвердость повышается до 3560-4580 МПа (рис. 4).

Аналогичное распределение микротвердости и при электроэрозионном легировании стали 45 никелем и твердым сплавом ВК8.

Результаты распределения микротвердости по глубине слоя образцов из высокопрочного чугуна и стали 45 сведены в табл. 1.

Таблица 1

Свойства электроэрозионных покрытий на высокопрочном чугуне и стали 45

Материал основы	Материал электрода	Толщина, мкм		Микротвердость, МПа	
		Белый слой	Переходной слой	Белый слой	Переходной слой
ВЧ 60*	Ni	до 70	10	2200-2760	4290-5260
ВЧ 60	ВК8	25-30	15	5790-10300	4900
ВЧ 60	Ni +ВК8	20	65-85	11830	2200-4580
Ст 45**	Ni	25	10	2000	2500
Ст 45	ВК8	20	10	11000	3500
Ст 45	Ст 45	15	60-70	10000	2000-5750

* - микротвердость материала основы $H_{\mu} = 2900 - 3100$ МПа;

** - микротвердость материала основы $H_{\mu} = 2700 - 2800$ МПа.

Таким образом, предлагается новый способ обработки сопрягаемых поверхностей, повышающий надежность, долговечность и герметичность неподвижных соединений стальных и чугунных деталей, включающий в себя формирование методом электроэрозионного легирования при энергии разряда 0,01 – 0,63 Дж поверхностного слоя при использовании электрода - инструмента из никеля, с образованием поверхностного слоя, микротвердость которого меньше микротвердости основы детали и отличающийся тем, что на поверхностный слой из никеля этим же методом и при такой же энергии разряда наносят кольцевые участки покрытия электродами из твердых сплавов группы ВК или ТК с интервалом и шириной 4 - 6 мм. При этом формируется твердый износостойкий поверхностный слой с высоким коэффициентом трения, под которым расположен переходной слой микротвердость которого меньше микротвердости основы детали.

Список литературы: 1. Зуев А.А., Гуревич Д.Ф. Технология сельскохозяйственного машиностроения. М.: Колос, 1980,-с. 219-220., - 256 с. Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей.- М. Машиностроение, 1976.- с.19., - 46 с. Спосіб обробки сполучених поверхонь деталей (варіанти): Пат. 66105. Україна. МПК В23Н 1/00 /Марцинковський В.С., Тарельник В.Б.; Опубл. 10.04.08, Бюл. № 7.-3 с.

Поступила в редколлегию 11.12.08